

通俗科學讀物

特捷爾埃也夫所著
柳 鴻譯

空氣的海洋

東北書店印行



通俗科學讀物

空氣的海洋

特捷爾捷也夫斯基作
柳 泱 譯

東北書店印行

前言

自然界強大的驚人的現象自遠古以來就不斷地困擾着人類。我們很早的祖先曾經努力想要瞭解，那淋漓着他們穴居的大雨，燃點着森林的雷電以及連根拔起大樹的颶風是從那裏來的。可是他們既無法說明這些現象，又懼怕它的威力，於是就認為這是一位有權威的神靈，因為人們的罪過或是失敬而在對他們進行懲罰。原始的牧人或農人要完全依靠着天氣來生活，它可以帶給他富裕或是貧困。

人們研究着各種天氣現象，探求着它們的原因，結果經過了幾萬年的時間，終於積累了豐富的經驗，以致可以在各種現象之間建立了聯繫，並且進一步找出了它們的起因，這就是說，建立了科學。

幾世紀來科學家們耐心地研究着對於人類的生活和幸福都很重要的許多問題；而到今天為止，其中大部分已得到解決了。人類在自然力的面前已經不再是軟弱無能的了，因而也就大大地減少了他對天氣的依賴。

自然，就是在現在也和早先一樣，種莊稼需要及時的雨，需要溫度和陽光；霧和風暴困擾着航海員和飛行員；大雷雨妨礙了正常的運輸。不過在現在，如果不算那稀有的颶風，暴雨，雹災，那麼天氣並不能給人們造成嚴重的災難。人們學會了更好地利用天氣的有益的一面，而縮小了它的危害性。

例如在農業中，採用了特種的耕作法，積雪法；培植了抗旱和抗凍的種子；選擇耕種時期，以及採用了其他種種專門方法。這樣即使在氣候不好的條件下也可以保證良好的收成。飛行員和航海員在大霧和暴風雨中則可以借助於專門的儀表將飛機和船隻順利地帶到目的地。

但是爲了要勝利地使用一切現代技術和壞天氣作鬭爭，必須要知道天氣什麼時候會起變化，什麼時候將會有什麼樣的天氣；這就是說，要會預測。人類也學會了這件事；在現在就要預言不是幾小時，而是幾天以後的天氣；更進一步，現在還能正確地作出整個季節的天氣預報來。研究氣象及其變化的這門科學，氣象學，正在不斷的發展着。

只有在學習了一切天氣現象：下雨，颶風，雷雨，霧，以後，只有在明白了這些現象的原因以後，才有可能作天氣預報。這一切在我們遠祖看來是不可理解的現象，其實本身並沒有一點神祕的地方，它們服從着自然的法則，而它們的產生也只是因爲在地球週圍包着空氣，在科學上叫作大氣層。什麼是包圍着我們的空氣海洋呢？它有多大呢？它的構成是怎樣的呢？它又怎樣使天氣變化的呢？

這本小書就要來解答這些問題。

目錄

前言	(一)
一、空氣和地球上的生命	(一)
二、空氣有多重？	(三)
三、怎樣研究空氣的海洋？	(六)
四、空氣是怎樣組成的？	(九)
五、雲是怎樣形成的？爲什麼會下雨？	(一一)
六、爲什麼會有連續的雨以及氣候因爲什麼會變化？	(一七)
七、空氣的海洋有多深？	(二一)
結語	(二八)

一 空氣和地球上的生命

每個人都知道，在我們周圍有空氣，但不是每個人都能回答究竟我們所必需的空氣是多少。如果沒有空氣，地球上也就沒有生命的存在和發展了。

一個人由生下的一瞬間直到死，不斷地在呼吸着；由空氣中吞吸着他生命所必需的養氣。僅僅一晝夜間一個人就要由肺中吐出十三立方米的空氣來。不論地面上的或是水中的動物都必須呼吸，它使生理組織保持着正常狀態，向血液中供給養氣。植物也呼吸，由空氣中吸取碳氣然後放出養氣。

沒有呼吸，就是說沒有空氣，也就不會有現在的，我們所慣見的生命形態了。

在我們欣賞着蔚藍的天空，明朗的黃昏或是黎明前美麗的朝霞的時候，應該記得，所有這些景象也都和地球上空氣的存在密切相聯。如果地面沒有空氣，那麼我們所看到的將是黑暗的天空中有一個刺眼的太陽火盆。黑夜就會隨着太陽的出沒而突然的出現和消失。現在在白天不僅在日光下是亮的，就是在日光照不到的陰影裏和屋子裏也是亮的。如果沒有了空氣，那麼只有在日光照着的地方才是亮的，而其餘的地方則完全被黑夜所統治着，僅只由鄰近被照着的地面上反射過來一點微弱的光綫。月亮上沒有空氣，這種景象我們可以在那裏看得到。

而地面上之所以顯現成我們現在所慣見的景象，這是因為由太陽發射到地面上來的強烈光柱被地

面大氣所含有的成萬萬微小分子所反射，而成爲向各方面發射的萬萬條柔和的光綫。這些分子尤其能够反射太陽光綫的青光和藍光，因而使天空成爲蔚藍的顏色。

大氣層對於我們的氣溫也有不小的影響。現在在我們的西伯利亞冬天有時可達到零下六〇度的溫度，而在夏天時常可以達到零上三〇度；就是，它在一年之中變化了九〇度。這要算是地球上變化最大的地方了。可是如果地球周圍沒有一個空氣層的話，那麼只要一晝夜之間，氣溫便要相差二〇〇度以上了；白天在日光下面，將會是非常的熱（氣溫將在一百度以上），而在夜間——就會冷得要命（超過零下一百度）。

空氣的作用好像暖房裏的玻璃，它放過太陽的光綫使地面得到溫暖，同時却幾乎一點也不讓地面的溫度跑到外面去。

此外，我們已經說過，一切與天氣有關的現象的產生也都離不了大氣。雲，雨，風——所有這一切都是大氣中生長起來的；如果沒有大氣層也就不會有它們的存在。而這些現象有多麼樣的重要，只要由下面的例子就可以看出來：每天在整個地球上通常有四千陣以上的暴雨；一陣不大的雨等於在一俄畝（約等於一畝半華畝）的面積上澆上五千桶水，而如果是熱帶的大雷雨，那麼只要一分鐘就等於澆了兩萬桶水！

現在我們可以瞭解了，如果地球周圍沒有空氣層，它將是一個什麼樣子：在完全沒有雲的黑暗天空中，掛着一個亮得刺眼的太陽，在燒着乾裂了的地面；沒有一滴雨，沒有一絲微風；在夜間則是可怕的寒冷；周圍是一片完全光光的土地（既然沒有一點潮氣，任何植物也不能存在了）。地球就要成

爲一個死的空間了。

然而，這一切都沒有發生。在我們地面上有了大氣。因此，知道它的構成，研究由它所發生的各個現象，對我們來說是多麼重要啊。

二 空氣有多重？

當我們談到某一件重量很小的東西時，時常說：『它輕得和空氣一樣。』這個比方是一種我們所慣犯的和粗心的錯誤。古代的希臘哲學家，如柏拉圖，亞里斯多德等等就已經假定空氣是有重量的，但是他們沒有找到方法來證明；因而空氣不重的觀念一直保持到十七世紀。

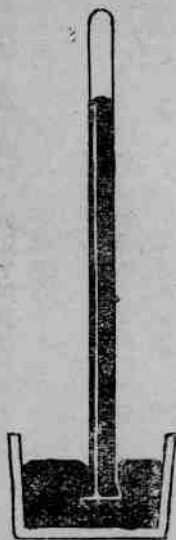
幾世紀以來的科學家們由於認爲空氣不重，始終不能瞭解，爲什麼抽水機能够工作，能够把水提到很高的高度上來。爲了解釋這個問題，他們就斷言說似乎這是『自然忌真空』；只要一有真空出現，自然力馬上就去把它填滿了。事實指明了這一可笑의 解說是不對的。據說有一個技師爲佛羅倫斯大公托斯坎斯基的花園裝置了一架抽水機，機筒離水面的高度在十米以上。他想把水抽上來，可是沒有成功。技師跑到著名的學者伽里略那裏去向他請教失敗的原因。伽里略很從容地笑着回答說，大概自然忌真空只到一定的高度爲止吧。可是這一個偶然事件吸住了伽里略的學生托里拆利；他認真地研究了這個問題並且做了一連串的試驗，終於在一六四三年發明了現在叫做氣壓計的這個儀器，這個儀

器就是用來測量大氣壓力的。

托里拆利用水銀灌滿在一端封口的玻璃管內，然後將開口的一端倒插在水銀槽裏面。這時管子裏的水銀就要下降，但是不會流淨（第一圖）。托里拆利由這裏得出了完全正確的結論，就是說，玻璃管裏的水銀是由空氣的重量所支持着的，而壓在槽內水銀面上的空氣重量，也就等於玻璃管內水銀的重量。

但是，經過好幾年的時間，並沒有從托里拆利的肯定結論中作出什麼有決定性的試驗來。終於在一六四七年，著名的法國科學家巴斯卡想到了要解決這個問題。他叫他的住在波由得頓山脚下克列爾蒙市內的一個親戚別列進行一些必要的試驗，巴斯卡的這一試驗在一六四八年九月十九日舉行；而從那一天起空氣的重量才算最後確定了。

別列是這樣進行的：他準備了兩個托里拆利管子，在山脚下量了水銀柱的高度，將其中的一個放在原地，然後將另一管子帶到山頂上去。在九七五米的高度上他再量一下管內水銀的高度，就看到了在山頂上要比在山脚下低八耗。別列對於這一結果很覺奇怪，又仔細地量了好幾次，可是只有在準確性上有些差別，而水銀還是依然下降了。放在山下的管子中的水銀則一點也沒有改變它的高度，始終保持



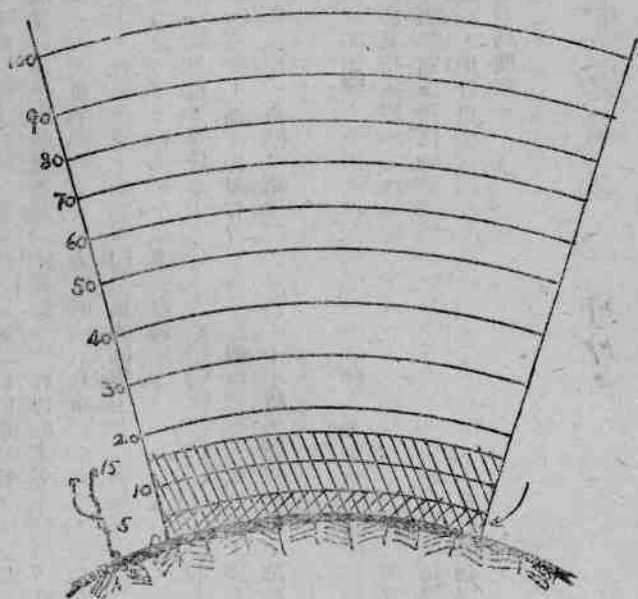
第一圖

着原來的水平。而另一個管子從上面拿下來以後，水銀也升到這同一水平上來。

由此就可以知道，空氣是有重量的；並且由於高層的空氣量較少，底層空氣壓力也要比高層的壓力來得大。

空氣以相當於深十米的水層的壓力在地面和存在於地面的人身上。這就是為什麼高過水面十米以上的托斯坎斯基大公的抽水機不能工作的原因。

我們並不注意到空氣的這一巨大重量，因為人體的組織機構已經習慣於這一壓力，而且正是在這種情況下才覺得正常。人在爬山或是坐飛機上升的時候，就會感到這種



第二圖

空氣重量的減少；對於這種氣壓下降，人類只能支持到一定限度，超過這個限度以後，人就會死的。

一立方米的空氣重一·三公斤；這是在海平面和溫度爲零的條件下所稱得的重量；愈高，空氣的密度愈小，重量也就愈減少。因此，在一二公里的高度上一立方米的空氣只重三·一九克，就是說，只有海面的四分之一；在二五公里的高度上，是四·三克，而在四〇公里的高度上——則只有四·四克左右（第二圖），就是說，只有海面的三二五分之一了。高空的空氣非常稀薄。

科學家計算了一下包圍地球的整個空氣重量，等於五·三〇〇·〇〇〇·〇〇〇·〇〇〇·〇〇〇噸。我們可以看出，空氣是非常非常的重啊！甚至於還有人不會念這個數目呢。比方說，要有這麼重的一批貨物由莫斯科運往列寧格勒，假定用一百節車箱來運，每趟走十小時，那麼得要十萬萬年左右才能運得完哩！

氣壓的變化對於天氣的變化有很重要的影響；不過並不是決定性的影響；不能僅僅根據氣壓的變化這一點來預報天氣。因此，不要去注意某些氣壓表上所寫的『下雨』，『乾燥』，或是『暴風雨』等等字樣；這些是不正確的。我們如果記得前面所寫的別列所做的試驗，那麼就很容易接受這點：氣壓表的指針並不僅僅因天氣的變化而變化，而且也依它所在的高度而變化。在航空上廣泛地利用着這一點，依氣壓表指針的變化而求出飛機的高度來。

三 怎樣研究空氣的海洋？

除了氣壓以外，還要知道與空氣特性密切相關的其他徵象，同時也要知道天氣的狀態：空氣的溫度，濕度，風的強度和方向，雲的形狀和量，雨量和雪量，這也是很重要的。在整個地面上有千萬萬專門的站台（叫做氣象台）在不斷地觀測着天氣，細心地記錄着它的變化。他們將這些記錄馬上送到中央台去，由那裏集中起來做出天氣預報。

一開始的時候氣象台只進行地面附近的觀測。可是，既然空氣擴張到了幾千米以上的高空，那麼不難瞭解，這種觀測是不能夠全面決定整個空氣海洋的狀態的。因此很久以前氣象台就想獲得更高氣層的記錄。於是把氣象台建築到山頂上去。高加索愛爾布魯斯山頂上的氣象台和帕米爾費特欽柯雪山上的氣象台達到了將近五〇〇〇米的高度。

可是這樣一來，大氣現象受到了山的影響；就是說，這樣不能達到我們主要的目的——獲得氣層狀態的正確報告。於是氣象家們採取了另一種辦法：他們設計了一整套的儀器，直接由高層大氣中獲取材料。

爲了要知道各個高度上風的情形，人們將叫做飛行球的盛着輕氣體——輕氣——的小橡皮球放到空中去，然後從地面上用特殊的儀器觀測它的移動，就求出了不同高度上的風向和風速。

爲了要獲得大氣中其他方面的材料，人們於是向空中放出比飛行球大些的帶有降落傘的氣球，上面掛着記錄溫度，濕度和氣壓的各種儀表。上升到高空以後，氣球就會破裂，而儀表就吊在降落傘上安全地落到地面上來。就這樣用這種叫做「探測氣球」的方法可以得到直到四〇公里高度的氣象情況。

這種方法的缺點就在於：風把儀表吹得很遠，時常掉在偏僻的，人烟稀少的地區；有時候儀表會根本遺失了，或是已經過了很久的時間，記錄已經弄壞了。爲了避免這一點，科學家們於是求助於無線電；在探測氣球上按裝着小小地無線電發報機，不斷地向地面發出訊號來。利用這種『無線電探測』，我們就可以當儀表在空中飛行的時候，得到有關大氣狀況的一切必需報告。蘇聯在本世紀二十年代才開始有系統地，大量地採用無線電探測；現在已經應用得很廣泛了。

前述這些方法的共同缺點就是不能由人來參加觀測。不管儀表怎樣好，也只能記錄某些天氣現象上的機械數字。因此很久以前人們就努力想要親自升到儘可能高的大氣層中去。最初人們只能坐着輕氣球上去；可是觀測者坐在氣球的敞口吊籃中，只能上升到比較不高的高度上——六—七公里。

隨着航空事業的發展，人們又開始用飛機來研究大氣。在現在，各個中央氣象站已經廣泛地在使用着這種方法並能迅速獲得詳盡周密的觀測成績。但是就是坐飛機也只能達到不很高的高度——七八公里，只有在個別情況下可以到達二二—二四公里。

爲了飛得更高，又設計了更完善的氣球，叫做成層圈氣球。

成層圈氣球是一種大氣球，裝置有不透空氣的金屬的座艙——吊艙。這種設備以及其他一切技術上的設備使得吊艙中的觀測者不致因上升到高氣層而感到重大的不便，並可以進行必需的觀測。最高的高度是一九三五年一月一日在美國史蒂文生和安德爾生所到達的二二〇六六米。這一高度要和探測氣球和無線電探測所達到的高度比較起來，可說是不高而且比它們低得多。

現在科學家和工程師們正在努力設計更完善的器械，使人們能飛到那更高的，還未去過的空氣大

洋裏去。

四 空氣是怎樣組成的？

空氣是一種氣體，可是它是一種單一的氣體呢，還是由幾種氣體所組成的呢？我們知道，人類呼吸的時候要從空氣中吸取養氣。我們也知道，植物吸收的是碳氣。可見，空氣中是有這兩種氣體存在的。可是由試驗中證明了空氣中還包含着一些其他的氣體。含得最多的是淡氣，氮（百分之七八），其次是養氣，氧（百分之二一）。其餘的各種氣體共佔百分之一。

這是低氣層所求出來的空氣組成。是不是整個空氣海洋，在各個高度上都是這樣的呢？

大氣中每種氣體都獨自存在而不和其他氣體相結合。既然各個氣體的重量都不相同——有些較重，有些較輕——科學家們就假定大氣的組成是隨着高度而有巨大變化的。按照他們的意見，最重的氣體應該是在大氣的最低層，而比較輕的，則在上面；在第一層上的是淡氣，養氣，在第二層的是輕氣和氮。這樣說來，我們所處的大氣底層因為淡氣的存在而可以叫做淡氣層，而高氣層則應該叫做輕氣層或叫做其他輕質氣體的層。

這樣做法，只有在高層空氣沒有強烈對流的條件下才是合理的。

曾經假定說，一五——一七公里以上，就沒有對流了；而從那裏開始氣體就按照其重量而排成一層

層的了。可是，成層圈氣球第一次上升就肯定地推翻了這個假定。在所能達到的一切高度上（就是說，直到二二公里），大氣的組成都和在地面上的大氣組成完全一樣。這樣就可以假定說，氣體的對流直到很高的高度上還是有的。不過直到現在我們還不能直接獲得很高的高空（離地面幾百幾千公里）上的材料，目前還無法知道那裏的空氣組成。

我們至今為止所談到的空氣的組成都是講的乾燥空氣；而由於洋，海，湖，河的蒸發，大氣中總是有着水蒸氣；植物也在放出水分。空氣所含的水氣量變動得很大——由幾乎完全沒有到佔整個體積的四分之一。水氣含量的變化就成了大氣層中一切天氣變化的有決定影響的因素。在一〇——一七公里的高度以內；都含有大量的水氣；也就是在這一氣層內，形成了雲，霧，雨——一切這些現象都是和水蒸氣數量和形態的變化相聯繫着的。

我們還記得，太陽光綫很容易地就穿過了大氣層；它並不使大氣變熱而是直接使地面變熱的。可是由地面所反射出來的太陽光，則幾乎全部被大氣所吸收。事實證明，吸收了日光的熱力的，正就是水蒸氣。由於這一點就可以說，空氣的作用好像一床被子，蓋在地球面上，使它不致於變涼。可是既然吸收和保存由地面反射出來的熱力的水蒸氣，都停留在地面上——一〇——一七公里的氣層中，那麼由此也就可以說明：為什麼下面比較暖和，一升到高空就變得很冷。

在高空完全沒有水蒸氣，或是水蒸氣量少得微不足道，那裏的溫度就下降得非常多。法國科學家鐵謝朗德波隆一九〇四年發現了這一現象。他把探測氣球放到高空去以後，就看到在達到一定高度以後，溫度不再是等速地下降，而是保持着幾乎穩定的狀態。

於是就分出了低層大氣層；在這一氣層上溫度和水氣量都是變動着的；雲和其他天氣現象也都在這一層中出現。這一個氣層叫做對流圈（Тропосфера 由希臘字「轉換」和「蓋」兩個字而來）。在這上面的一層就叫做成層圈（Стратосфера 由拉丁字「層狀的」而來）。

它們的界限在兩極和在赤道上是不同的；它們的高度在冬天也和夏天不一樣。對流圈在赤道地方達到一五——一七公里，而在兩極則只有九——一一公里。

很久以來一直認為成層圈是一個氣溫變動很少而又沒有風的氣層。可是後來年代中的觀測，證明了這一見解是錯誤的；而更進一步歸納許多因素和研究高氣層的結果，肯定地改變了我們對於成層圈的認識。

成層圈達到大約八〇公里的高度；再往上去就是一個新的氣層了，叫做離子圈（Ионосфера）。關於它我們遲一些再談。現在我們却應該記住：雖然只是在對流圈中才有天氣變化，可是它影響到了整個空氣的海洋。

五 雲是怎樣形成的？ 為什麼會下雨？

我們都知道，天氣是多麼地變化無常。有時是幾個乾燥而晴朗的天氣，有時却又接連幾天下着看

來好像不會停止似的雨。有的時候在一天之中天氣突然變化好幾次。

為什麼天氣會有這些變化呢？在什麼情形之下才會下雨呢？空氣中又是從那裏來的這麼多的水呢？它是怎樣保存住的呢？我們試試由飛機上倒下一桶水看；它在空氣中是一秒鐘也站不住的。那麼怎樣能在雲中長久地保存住幾千桶的水呢？

我們已經說過，在空氣中經常存在着水蒸氣。如果你問一個人說，你看見過嗎？他一定說是看見過並且立刻舉出雲和霧來。可是這是不正確的。空氣中的水蒸氣是看不見的；而我們所看見的雲和霧這類東西，乃是很小很小的水點。

正如我們前面所說的，水蒸氣是山海，湖，河面以及地面上和植物上蒸發到空氣中來的。這種蒸發不一定要有沸騰，也不是需要有很高的溫度才會發生；潮氣就是在低溫度甚至在冰點的時候也會蒸發，或是叫做乾燥掉的。這一點家庭裏的婦女們知道得很清楚，她們在冬天零度的時候也能把衣服晾乾的。不過在高溫和乾燥的空氣中水蒸發得比較快。這就是說，空氣的溫度愈高，所能容納的水蒸氣也就愈多。各種溫度上一立方米的空氣所能容納的最大限度的看不見的水蒸氣，排列如下：

零下三〇度	〇·五克
零下二〇度	一·〇克
零下一〇度	二·五克
零度	五·〇克
零上二〇度	九·五克